Untersuchungen über die Bohrschaufel auf dem Prüfstand des Jota-Werks.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des zahnärztlichen Doktorgrades

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität

zu Bonn.

Vorgelegt am 6. April 1939

von

Karl Schiffer

Zahnarzt

aus Grevenbroich

Druck H. Trapp, Bonn, Stiftsgasse 11 / 1939.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Prof. Dr. Balters

Korreferent: Prof. Dr. Korkhaus

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Disposition.

I. Über die Bedeutung des Zahnbohrers.
II. Die Herstellung des modernen Zahnbohrers.
III. Die Entwicklung des Rundbohrers.
  a) Bohrer mit totem Punkt.
  b) Bohrer mit durchlaufender Schneide.
  c) Bohrer mit verkürzter Schneide.
  d) Bohrschaufel-Typ.
IV. Kurze Übersicht über die bei meinen Versuchen verwandten Bohrerfabrikate.
V. Erläuterungen des Prüfstandes des Jota-Werks.
VI. Betrachtungen über das bei der Prüfung der Bohrer zu verwendende Material.
  a) Amalgam.
  b) Elfenbein.
  c) Schmelz der Frontzähne des Pferdes.
VII. Betrachtungen über den bei meinen Versuchen angewandten Druck und die Umlaufsgeschwindigkeit der Bohrmaschine.
VIII. Die Anordnung der Bohrversuche.
IX. Ergebnis der Bohrversuche.
X. Schlußwort.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546405_0007

Der Bohrer, der das wichtigste Instrument des Zahnarztes ist, wird schon in Schriften des Altertums und Mittelalters erwähnt. Er wird dort beschrieben als unbedingt notwendiges Instrument, um an die Zahnwurzel vordringen zu können und Medikamente dort zu applizieren. Es handelt sich hier um Handbohrer mit langem Schaft, die dann seit der Erfindung der zahnärztlichen Bohrmaschine von den uns bekannten Bohrern abgelöst wurden.

Die erste fabrikmäßige Herstellung von Zahnbohrern begann in Deutschland C. Rauhe im Jahre 1872. Der Bohrer, der für uns am wichtigsten ist, ist ohne Zweifel der Rundbohrer, weßhalb ich meine Ausführungen auch auf diesen beschränken will.

Die Herstellung des Bohrers beginnt damit, daß der Stahl, d. h. Legierungen aus Stahl und Wolfram, der Wolframzusatz beträgt ½% bis 2%, der in einem bestimmten Durchmesser geliefert wird, in die Richtmaschine kommt, die ihn zunächst einmal in bestimmte Längen schneidet. Anschließend läuft das Stahlstück dann in die Formfräsmaschine. Diese Spezialmaschine arbeitet auf $^1/_{100}$ mm genau. Gleichzeitig werden Hals- und Kopfdurchmesser laufend kontrolliert. Die Winkelstückbohrer werden auf einer anderen Maschine mit der Nute versehen, die zum befestigen im Winkelstück notwendig ist. Auch hierbei ist größte Genauigkeit notwendig, da sich schon geringe Abweichungen beim Gebrauch unangenehm bemerkbar machen. Anschließend an das „Nuten" erfolgt die „Abgrat-Operation", wobei der beim Anfräsen gebildete Grat entfernt wird. Dann werden die Bohrer abermals gerichtet, um das „Schlagen", d. h. exzentrisches Arbeiten des Bohrers zu vermeiden. Ein Bohrer mit Querhieb wird ferner in den Querhiebautomaten gebracht, der die Rillen in den Schneiden anbringt. Anschließend kommt der Bohrer in die Kopffräsmaschine, wo durch Zusammenlauf zweier Frässchnitte auf der Oberfläche des Bohrers die Bohrschneide entsteht. Danach wird in derselben Stellung der Bohrer noch einmal nachgefräst und der lose Grat, der sich gebildet hat, abgezogen.

Die äußere Form des Bohrers ist damit gewonnen. Aber das verwandte Material ist zu weich und ein solcher Bohrer würde in kurzer Zeit stumpf sein. Deshalb folgt jetzt noch der Härteprozeß. Durch Eintauchen in ein Gemisch von Chlorbarium und Chlorkalium, das flüssig und rotglühend ist, wird der Bohrer bis zur Rotglut erhitzt. Dieses Eintauchen geschieht senkrecht bis zum Bohrerhals, da er sonst axial abgebogen würde. Durch plötzliches Eintauchen in ein besonders zusammengesetztes Kühlwasser wird der Härtevorgang dann abgeschlossen, womit eine glasartige Härte des Bohrers erreicht ist. Härte bedeutet hier gleichzeitig aber auch Sprödigkeit und beim geringsten Druck würde der Bohrer brechen. Deshalb wird er nun „angelassen", d. h. elastisch gemacht, was man in einem Ölbade von 155^0 C. bis 250^0 C. erreicht.

Die früher ausschließlich benutzte Konstruktion des Rundbohrers war folgende: sämtliche Schneiden trafen sich auf dem Mittelpunkt einer Kugel, d. h. des Bohrerkopfes und bildeten dort einen sogenannten toten Punkt. Diese Zone des Bohrers, die keine Arbeit leistet, erzeugt infolge der Umdrehung und des Druckes, mit dem auf der Zahnsubstanz gearbeitet wird, Wärme. Diese bedingt einen starken Schmerz, vor allen Dingen beim Arbeiten in Pulpennähe. Weiter wirkt dadurch der Bohrer nicht schneidend, sondern lediglich fräsend. Diesen Übelstand suchte man dadurch zu beheben, daß man den toten Punkt vertiefte. Dies erwies sich jedoch als trügerisch, da jetzt eine Dentininsel entstand und das Bohren verhinderte.

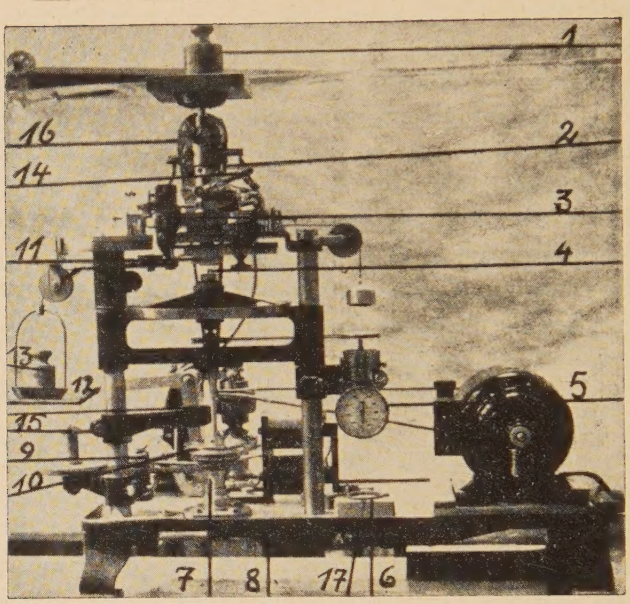
Im Jahre 1900 brachte die Firma S. S. White einen Bohrer heraus, der eine durchlaufende Schneide trug, d. h. eine Schneide, die quer über die Oberfläche des Bohrerkopfes lief. Diese Neuerung wurde von allen Bohrerfabriken übernommen. Als bahnbrechender Fortschritt ist ein Bohrer, der Neo-Typ, zu bezeichnen, bei dem sich um einen Bohrer handelt, der eine durchlaufende Schneide hat, wogegen die übrigen Schneiden des Bohrers tiefer liegen und keine schneidende Wirkung ausüben, sondern eine fräsende. Was dies für einen Vorteil bedeutet, leuchtet ein. Die durchgehende Schneide erzielt keine fräsende Wirkung mehr, sondern eine schneidende und damit war durch den Neo-Typ der tote Punkt überwunden. Dies bedeutete natürlich auch das Ausschalten der unnötigen Wärmeent-

wicklung des Bohrers und damit eine Erleichterung für den Patienten. Dies hat die gesamte deutsche Bohrerindustrie erkannt und bringt heute nur noch Rundbohrer mit durchlaufender Schneide auf den Markt. Denn die durchlaufende Schneide dringt in den Werkstoff, d. h. in den Zahn ein und schneidet die Seele aus dem Material. Die tiefer liegenden Schneiden wirken dann als Fräsen.

Aber mit diesem Erfolg gab man sich nicht zufrieden. Ein wesentlicher Nachteil des Bohrers ist nämlich der Umstand, daß bei dem Arbeitsvorgang Wärme erzeugt wird. Je größer nun der auf dem Werkstück sich drehende Gegenstand ist, um so höher wird die Temperatur. Deshalb wandte man sich der Verkürzung der Schneide zu, d. h. eine Unterbrechung derselben durch Einkerbungen. Dieser Bohrer ist Spanbrecher genannt.

Nun wurden auch Versuche nach der Richtung unternommen Verbesserungen dadurch zu erreichen, daß man den Bohrschaufel-Typ konstruierte. Rein äußerlich unterscheidet sich die Bohrschaufel schon von den üblichen Rundbohrern. Der Hals ist wesentlich dünner als bei den sonstigen Rundbohrer-Typen, die durchgehende Schneide entspricht nicht der Kugeloberfläche des Bohrerkopfes, sondern liegt darüber, und die andern Zähne enden auch noch über der Kugeloberfläche. Der Winkel zwischen den einzelnen Schneiden ist stumpfer, wodurch eine bessere Spanabfuhr erreicht werden soll. Da nun die Güte eines solchen Instrumentes nur durch objektive Prüfung nachgewiesen werden kann, habe ich es mir zur Aufgabe gemacht, diese Bohrschaufel auf ihre Eignung zu untersuchen und zwar vergleichenderweise mit den im Gebrauch befindlichen Rundbohrern, die ich hier mit A. B. C. und D. bezeichnet habe.

Die Versuche wurden ausgeführt auf dem Prüfstand des Jota-Werks. Eine Abbildung und die Erläuterung der Technik dieses Prüfstandes machen die Art der Prüfung verständlich.



Der eingespannte Bohrer (4) wird von einem Motor in Umdrehung versetzt. Die Umdrehungszahl wird durch ein Tachometer (5) angezeigt. Der Bohrer bohrt auf dem Bohrobjekt (11), welches durch Belastung (1) gegen den Bohrer gedrückt wird. Eine Stellschraube (2) ermöglicht die Einstellung einer gewissen Bohrtiefe (die mit einem Meßklötzchen einzustellen ist). Nach Erreichung der gewünschten Bohrtiefe schließt ein durch eine Batterie (8) betätigter Kontakt einen Stromkreis, so daß mit Hilfe eines Elektromagneten (9) die Maschine stillgelegt wird. Gleichzeitig wird eine Stoppuhr (6), die sich beim Einschalten eines Stromkreises, durch einen Hebel (17) und der Maschine mit Hilfe des Hebels (12) nach vorheriger Ausschaltung des Stromkreises und gleichzeitiger, an den ersten Vorgang gebundener Freigabe einer Blockung des Gewichtes (1) durch den Hebel (14) automatisch in Bewegung setzte, angehalten. Eine Riemenstufenscheibe (10) an der Antriebswelle (7) ermöglicht außerdem eine noch größere Differenzierung der Geschwindigkeiten.

Daß dieses maschinelle Bohren nicht ganz der Behandlung an Patienten entspricht, betont Dr. Salzmann, indem er schreibt: „Wir sind uns entspricht, betont Dr. Salzmann, indem er schreibt: „Wir sind uns bewußt, daß die Anordnung dieser Maschine nicht die Verhältnisse beim Bohren im Munde wiedergibt, da der feststehende Bohrer nur in axialer Richtung arbeitet, während im Munde durch rotierende Bewegung und seitliche Verschiebung einmal eine dauernde Veränderung des Bohrerzentrums eintritt und zum anderen — bei der seitlichen Verschiebung, der Bohrer neben der Bohrwirkung noch einen Fräseffekt besitzt. Aber auch hier ist für die Untersuchung ausschlaggebend, daß bei dieser feststehenden Anordnung der ungünstigste Moment, der beim Bohren überhaupt auftreten kann, geprüft wird."

Eine Schwierigkeit bei der Prüfung der verschiedenen Bohrerfabrikate stellte sich in der Auswahl des Materials entgegen, an welchem die Bohrer ihre Güte beweisen sollten. Man mußte ein Material verwenden, welches dem Schmelz in seinen chemischen und physikalischen Eigenschaften gleichkommt, zum mindesten jedoch in etwa erreicht.

Man könnte Schmelz als Versuchsmaterial ablehnen, aus dem Grunde, weil Bohrer keine Schmelzinstrumente sein sollen. Dem möchte ich die Ausführungen Dr. Salzmanns entgegenstellen, der seine Versuche ebenfalls an Zahnschmelz gemacht hat und dies wie folgt rechtfertigt:

„Ich habe meine Untersuchungen auf Zahnschmelz ausgeführt, obgleich mir entgegengehalten werden kann, daß Zahnbohrer keine Schmelzinstrumente sind. Es war jedoch bestimmend, daß in praxi sehr häufig auf Schmelz gebohrt wird, da für viele der bei weitem teurere Schleifstein, der außerdem in den kleineren Größen einem besonders hohen Verschleiß unterworfen ist, zu kostspielig sein würde. Ferner wollte ich meine Prüfungen auf dem härtesten Material ausführen, mit dem ein Bohrer überhaupt in Berührung kommen kann, da er bei Tauglichkeit für dieses harte Material noch bessere Resultate in einem weichen liefern würde."

Prof. Dr. Balters hat sich auch mit dem Problem der Bearbeitung von Schmelz durch Bohrer befaßt und stellt fest, daß die

Härte des Schmelzes ein Bohren desselben ausschließt, oder es müßte der Schmelzbohrer schon härter sein als der Schmelz und dieser sich ebenso leicht anbohren lassen wie z. B. ein Stück Messing, aus dem man in dünnen Lagen Späne abheben kann, wenn man den schneidenden Bohrer in dasselbe eindrückt. Ohne Materialänderung ist dies nicht möglich. Wir können ihn wohl auf Grund seiner strukturellen Eigenart trotz seiner großen Härte zerreiben und einen ungewöhnlich großen Verschleiß erreichen, wir können ihn aber auch in seiner Sprödigkeit angreifen, d. h. zerbrechen, indem wir ihn seiner Unterstützung berauben. In dem ersten Fall werden Schleifkörper zur Zerstörung des zu bearbeitenden Schmelzstückes verwandt, die auf Grund ihrer größeren Härte und ihrer hohen Tourenzahl ihren Zweck erreichen. Und im zweiten Fall haben wir es mit Instrumenten zu tun, die den Schmelz unterminieren und sein Gefüge auflockern, wie das nach den Gesetzmäßigkeiten des geringsten Widerstandes möglich ist. Hierbei spielt weniger die Härte des Instrumentes als vielmehr der günstigste Angriffspunkt und ein günstiges Hebelverhältnis die Rolle. Gerade die strukturelle Eigenart der Fissuren gestattet es, daß man einen Bohrer kleinen Ausmaßes benutzt, um in das Dentin eindringen zu können. Nun führt der Weg nicht weiter, indem man mit größeren Nummern diese Öffnung im Schmelz erweitert, sondern man bohrt verschiedene Löcher in den Schmelz, verbindet diese miteinander und bricht den seines Haltes beraubten Schmelz am Rande ab. Damit ist der Rosenbohrer natürlich nicht zum Schmelzbohrer geworden, aber wir könnten dieses Instrument und seine Modifikationen als Bohrinstrument ansehen. Hierbei ist natürlich die Bohrergröße und die Tourenzahl derselben zu berücksichtigen.

Zur Unterminierung des Schmelzes kommen die Bohrergrößen 0—3 in Frage, da diese trotz der maschinellen Herstellung als mit exzentrischen Schneiden versehen aufgefaßt werden können. Diese kleinen Bohrer kratzen sich bei kleiner Umdrehungszahl in den Schmelz ein. Das entstandene Bohrloch ist größer als der Bohrerumfang und frißt sich daher der Bohrer nicht fest. Nun kann man allerdings nicht systematisch die Bohrergrößen von 0—8 durchgehen und so jedesmal mit der nächstfolgenden Größe die erhaltenen Öff-

nungen erweitern, weil 1. die Schneidenzahl wechselt, 2. die Genauigkeit des Bohrers in den größeren Nummern wächst und bei denselben die Mittelpartien nicht mehr mitarbeiten, sondern die Seitenflächen schaben an den Kanten der Bohrlöcher, und infolge des notwendig werdenden Druckes stumpfen sie schnell, d. h. es entsteht ein erhöhter Verschleiß.

Aus allen diesen Erwägungen heraus halte ich meine Wahl, als Versuchsmaterial Schmelz zu nehmen, für gerechtfertigt, denn der Bohrer dient in der Praxis zum „Bohren des Schmelzes" und wenn er gute Leistungen in hartem Material erzielt, wird er sich noch besser in dem weicheren bewähren.

Ich möchte hier noch dartun, aus welchen Gründen ich andere Werkstoffe nicht als Versuchsmaterial verwandt habe. Amalgam als Versuchsmaterial zu nehmen, wie es bei verschiedenen Prüfstellen gemacht worden ist, habe ich abgelehnt und zwar aus folgenden Erwägungen heraus: Amalgam ist zu weich und der Bohrer wird dadurch sehr leicht verschmutzt. Durch die geringe Härte tritt auch ein kaum meßbarer Verschleiß auf und läßt keine genauen Schlüsse zu.

Weiter waren schon Versuche mit Elfenbein gemacht worden, doch muß ich auch dieses Material wegen seiner zu geringen Härte ausschließen.

Das Gegebene wäre nun gewesen, den Schmelz des menschlichen Zahnes zu verwenden. Das konnte aber praktisch nicht ausgeführt werden, da die Fläche eines solchen Zahnes zu klein ist und man zu oft neue Zähne hätte in die Prüfmaschine einspannen müssen. Da aber auch die Zähne verschiedener Menschen Härteunterschiede, wenn auch nur geringe, aufweisen, hätte dadurch auch die Möglichkeit, daß der eine Bohrer benachteiligt bzw. der andere bevorzugt worden wäre, bestanden.

Es mußten also vergleichende Analysen zwischen dem Zahnschmelz des Menschen und dem größerer Säugetiere angestellt werden. Das beste Ergebnis brachte nach Kantorowicz „Handbuch der gesamten Zahnheilkunde" der Schmelz der Frontzähne des Pferdes.

	Menschl. Zahnschmelz	Pferde-Zahnschmelz
Kalk (Ca O)	50,22%	50,88%
Magnesia (Mg O)	0,73%	0,54%
Tonerde ($Al_2 O_3$)	—	0,40%
Phosphorsäure ($P_2 O_5$)	40,69%	39,24%
Kohlensäure (CO_2)	—	3,10%
Kieselsäure (Si O_2)	—	0,5 %
Organische Stoffe und Feuchtigkeit	6,82%	4,98%
Fluor	1,08%	vorhanden
Schwefel	0,24%	vorhanden

Der Pferdezahnschmelz enthält also ca. 89% phosphorsauren Kalk und entspricht in der Zusammensetzung dem menschlichen Zahnschmelz.

Bezüglich der Härte der beiden Materialien ist zu sagen, daß sie mit Hilfe der Moß'schen Härteskala bestimmt wurden. Für beide lag die Härte zwischen 5 und 6 der Moß'schen Skala. Beide waren noch im Stande Apatit zu ritzen, während beide von Feldspat angegriffen wurden.

Damit dürfte die Brauchbarkeit des Schmelzes der Frontzähne des Pferdes bewiesen sein. Es besteht allerdings noch die Schwierigkeit, daß ein Bohrer bevorzugt wird, indem mit ihm die Bohrversuche an einer schlecht verkalkten Stelle des Pferdezahnes angestellt werden und damit ein weniger großer Verschleiß erzielt wird gegenüber dem Bohrer, der an einer gut verkalkten Stelle seine Arbeit leistet. Um nun jedem Bohrer die gleichen Möglichkeiten zu geben, habe ich die Versuche wie folgt vorgenommen:

Die Bohrer A., B., C., D. und Bohrschaufel-Typ machten jeder eine Bohrung: zuerst der Bohrer A., dann B. usw., alle auf demselben Werkstück. Dann wurde die zweite Bohrung in genau derselben Reihenfolge vorgenommen, damit jedem Bohrer die Möglichkeit gegeben war, wenn zufällig eine schlecht verkalkte Stelle getroffen wurde, auch dort zu arbeiten. Das Antreffen einer schlecht verkalkten Stelle läßt sich auch einwandfrei aus den Versuchstabellen ersehen, denn es ist unmöglich, daß ein Bohrer unter denselben Be-

dingungen für eine spätere Bohrung weniger Zeit gebraucht als für eine frühere. Ein Bohrer kann durch Gebrauch niemals besser werden, höchstens kann er für zwei Bohrungen dieselbe Zeit erreichen. Treten nun bei den Bohrversuchen plötzlich nach schlechten Zeitmessungen in den Tabellen wieder bessere Wertungen auf, so ist entweder eine schlecht verkalkte Stelle getroffen worden, oder es ist dieses auf den „Grat" zurückzuführen, der sich bei den Bohrungen spontan abstößt, was mit einem plötzlichen Nachlassen der Leistung des Bohrers einhergeht.

Nun galt es, bei den Versuchen die Tourenzahl und den Druck zu verwenden, bei denen ein Bohrer am wirtschaftlichsten arbeitet. Ich habe mir hierbei die Untersuchungen von Dr. Salzmann „Über den Wirkungsgrad der Rundbohrer auf Zahnschmelz unter Berücksichtigung von Druck und Tourenzahl der Bohrmaschine" und „Wir bohren falsch" zu Nutzen gemacht. Salzmann hat bei seinen Versuchen, den günstigsten Druck und die günstigste Tourenzahl für einen Bohrer zu bestimmen, den Druck von 2800 gr als niedrigste Grenze und einen solchen von 5300 gr als Höchstbelastung gewählt. Die niedrigste Tourenzahl betrug 690 und die höchste 2950 Umdrehungen. Dabei hat er die zu erreichende Bohrtiefe mit 1 mm festgesetzt und zwar wurden die Versuche auf Pferdezahnschmelz ausgeführt. Die Versuchsbedingungen waren so, daß er abwechselnd den Druck und die Tourenzahl veränderte.

Bei den Versuchen mit Bohrergröße Nr. 4 zeigt uns Salzmann, daß nur der Bohrer mit vorspringender Schneide ein befriedigendes Resultat liefert. Salzmann erklärt hierzu, „daß dies ganz den theoretischen Überlegungen entspricht, da der Druck von 2800 gr nur auf zwei Schneiden ruht, während er sich bei den anderen Bohrern auf acht Schneiden verteilt und deshalb entsprechend größer sein muß, wenn die gleiche Wirkung erreicht werden soll. „Demgegenüber zeigte der Mehrschneider erst bei einem Druck von 4300 gr optimale Leistung. Bei größerer Belastung nahmen die Leistungen wieder ab. Aus diesem Grunde habe ich darauf verzichtet, Mehrschneider zum Vergleich heranzuziehen. Sämtliche fünf von mir untersuchten Bohrerfabrikate sind solche mit vorspringender Schneide.

Bei dem Versuch mit dem Bohrer Nr. 1/2 ließ Salzmann den Druck von 4800 gr konstant und änderte die Umdrehungszahlen von 690 auf 1090 und 1470.

Das Ergebnis ist wie folgt, dabei ist die Zeit in Sekunden ausgedrückt:

690 Umdrehungen: 3, 3, 3½, 4½, 5½, 6, 7, 7, 8, 8, 12½, 13½, 18, 24½, 31, 40, 82, 91, 103, 118 Sek.

1090 Umdrehungen: 2, 2, 3, 2½, 3, 2½, 3, 3, 3, 3, 3½, 3½, 3½; 4; 3½, 3½, 3½, 4, 4, 4½, 4, 4, 4, 4½, 5, 5, 6½, 7½, 7, 8, 11, 15, 15, 20, 20, 13, 16, 15, 27, 38, 45, 50, 68 Sek.

1470 Umdrehungen: 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3½, 4, 3½, 3½, 5½, 48 Sek.

Der Bohrer fand also bei 690 Umdrehungen 21 mal Verwendung, bei 1090 Umdrehungen 46 mal und bei 1470 Umdrehungen nur 12 mal. Eine Steigerung von 380 Umdrehungen ließ das Resultat von 46 auf 12 herabsinken. Dieses Beispiel zeigt uns, in welchem Maße die Leistung eines Bohrers von der Umdrehungszahl der Bohrmaschine abhängt.

Aber nicht nur die Wirtschaftlichkeit des Bohrers wird durch die Tourenzahl bedingt, sondern auch die Schmerzlosigkeit bzw. der Schmerz des Bohrens. So führt Salzmann in „Wir bohren falsch" aus: „Wir wissen aus unserer Praxis, daß eine gänzlich oder teilweise freiliegende Pulpa bei der normalen Mundtemperatur von 37° C. keine Schmerzempfindungen auslöst, sondern das thermische, mechanische oder chemische Einwirkungen einen Schmerz entstehen lassen. Wir wissen weiter, daß nach alter Methode mit einem scharfen Excavator wir fast schmerzlos zerstörte Schmelz- und erweichte Dentinpartien ausräumen können und daß hierbei erst ein Schmerz entsteht, wenn wir mit dem Instrument die freiliegende Pulpa berühren. Wir bemerken aber täglich, daß beim Ausbohren einer derartigen Zahnhöhle mit der bisher gebräuchlichen Tourenzahl von etwa 3000 Touren der Patient während der ganzen Prozedur unter heftigsten Schmerzen zu leiden hat. Da das Prinzip beim Excavieren mit dem Handinstrument und mit dem Bohrer das gleiche ist, kann

dieser Schmerz nur hervorgerufen werden durch die Hitze, die sich beim Bohren mit einer derartigen Geschwindigkeit einstellt. Damit kommen wir zu der allgemeinen Frage:

Wie entsteht die Hitze beim Bohren?

1. Durch Druck, den wir anwenden müssen, um das schnell rotierende Instrument zur Wirksamkeit zu bringen.
2. Durch die Umdrehungsgeschwindigkeit, indem sich der rotierende Stahl am Bohrobjekt reibt und aus dieser Reibung Hitze entsteht.
3. Durch den Spanabhub, indem die Moleküle der Zahnsubstanz gewaltsam von einander getrennt werden und der Trennungswiderstand der Moleküle nach physikalischen Gesetzen eine, wenn auch geringe Erwärmung hervorruft.

Die Nutzanwendung aus dieser Erkenntnis lautet also: Verringerung von Druck und Tourenzahl. Wir haben bereits gesehen, daß der Zweischneider, d. h. der Bohrer mit durchlaufender, vorstehender Schneide die Druckverminderung gestattet und daß die Reduzierung der Umdrehungszahl auch in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Bohrers einen Vorteil bedeutet. Wir müssen nur die meist übliche willkürliche Technik ablösen durch ein bewußt sinnvolles Handeln. Ungeklärt bleibt noch die Frage, welcher Bohrer den höheren Verschleiß aufweist, der mit hoher Umdrehungszahl arbeitet oder derjenige, der mit niedriger Tourenzahl in die Substanz eindringt.

Prof. Dr. Balters hat in dieser Richtung Versuche angestellt und führt folgendes aus: „Dabei ging ich so vor, daß ich die Bohrergrößen 2, 4, 6 und 8 des Jota-Werkes verwandte und nach fünfmaligem Gebrauch und der Gestaltung einer Kavität von 2 mm Tiefe die gebrauchten Bohrer unter den binokularen Mikroskop untersuchte. Die Präparation ging in der Weise vor sich, daß zunächst der Bohrer Nr. 2 unter pendelnden Bewegungen 2 mm in den Zahn eingeführt, dann von Bohrer Nr. 4 abgelöst wurde, dem dann nach jedesmal erreichter Tiefe die Bohrer Nr. 6 und 8 folgten. Die an der Bohrmaschine gemessenen Geschwindigkeiten beliefen sich auf 4000 Touren bei direkter Schaltung, auf 400 Touren bei Ver-

wendung des Reduzierhandstückes, auf 800 Touren bei Verwendung des Reduzierzwischenhandstückes.

Es zeigte sich nun das interessante Ergebnis, daß die Geschwindigkeiten 400 und 800 die Präparation aller 5 Kavitäten ohne wesentlichen zeitlichen Unterschied durchführen ließen, daß aber stets bei der zweiten Kavität eine Gestaltung nicht mehr möglich war, wenn die Geschwindigkeit von 4000 Umdrehungen angewandt wurde. Während die Bohrer bei der ersten Art der Kavitätengestaltung im Mikroskop keinen Verschleiß zeigten, auch von einer Gratbildung kaum gesprochen werden konnte und nur die größeren Nummern 6 und 8 stärkere Gratbildungen an ihren Seiten (nicht vor Kopf) erkennen ließen, wiesen die bei der größeren Umlaufgeschwindigkeit gebrauchten Bohrer solche Verunstaltungen auf, daß aus dem Rundbohrer eine konisch zulaufende Form entstand, an der von den früheren Schneiden nichts mehr zu erkennen war. Auch war bei gleichbleibendem Druck die Erwärmung so stark, daß die Bohrerköpfe anliefen und das Dentin verbrannten."

Hieraus ersehen wir, daß die Wirtschaftlichkeit und Leistungsfähigkeit eines Bohrers am größten und sein Verschleiß am geringsten sind bei einer möglichst niedrigen Tourenzahl. Aus dieser Erwägung heraus habe ich bei meinen Versuchen eine Tourenzahl von 930 Umdrehungen angewandt und diese bei sämtlichen Versuchen beibehalten. Bei den größeren Nummern habe ich lediglich den Druck erhöht, was aus den Tabellen ersichtlich ist. Die Bohrtiefe habe ich konstant mit 1 mm gewählt, weil ich dabei sicher war, in dieser Tiefe nicht auf Dentin zu stoßen und war damit eine Beeinflussung der Bohrzeit ausgeschlossen. Die Zeiten, die die einzelnen Bohrer erreicht haben, sind von mir in den Tabellen in Sekunden angegeben.

Ich habe mit jeder Bohrergröße 4 Versuche angestellt und einen Bohrer dann als unbrauchbar bezeichnet, wenn es ihm nicht gelang, in der Zeit von 2 Minuten eine Bohrtiefe von 1 mm zu erreichen.

Bohrer Nr. 0 Umdrehungen: 930, Belastung: 1,3 kg,
Bohrtiefe: 1 mm.
1. Bohrversuch:

A	—	—	Sek.
B	41,8	92,2	„

Bohrschaufel-Typ	—	—	„
C	—	—	„
D	79,0	—	„

2. Bohrversuch:

A	50,6	—	Sek.
B	44,0	—	„
Bohrschaufel-Typ	—	—	„
C	—	—	„
D	—	—	„

3. Bohrversuch:

A	—	—			Sek.
B	22,0;	56,4;	76,8;	61,0	„
Bohrschaufel-Typ	112,2	—			„
C	—	—			„
D	73,2;	97,4;	90,0		„

4. Bohrversuch:

A	46,0	87,4	Sek.
B	107,8	—	„
Bohrschaufel-Typ	—	—	„
C	—	—	„
D	—	—	„

Bei obigen Versuchen fällt auf, daß der Bohrer A, es handelt sich um einen solchen mit verkürzter Schneide, in dieser Größe faßt nichts leistet. Die Ursache hierfür liegt in der Verkürzung der Schneide. Diese kleine Schneide noch zu verkleinern wirkt sich nachteilig aus, da jetzt nur noch kleine Spitzen vorhanden sind, die einer großen Bruchgefahr ausgesetzt sind. Im 3. Versuch zeigt der Bohrer B eine Verbesserung von 76,8 Sek. auf 61,0 Sek., um dann bei der nächsten Bohrung in einer Zeit von 2 Minuten nicht mehr 1 mm Tiefe zu erreichen. Derselbe Umstand trifft auch für den Bohrer D zu. Man kann daraus schließen, daß diese beiden Bohrer eine schlecht verkalkte Stelle getroffen haben. Den drei anderen Fabrikaten konnte diese nicht mehr zu Gute kommen, da sie nur eine bzw. keine Bohrung in der vorgeschriebenen Zeit zu

Stande brachten. Die beste und konstante Leistung weist bei den Versuchen mit der Bohrergröße o der Bohrer B auf.

Bohrer Nr. 1. Umdrehungen: 930, Belastung: 1,8 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	9,4	54,2	Sek.
B	20,0	—	„
Bohrschaufel-Typ	12,4	—	„
C	—	—	„
D	—	—	„

2. Bohrversuch:

A	11,8;	10,2;	55,4;	105,2		Sek.
B	7,4;	5,4;	17,2;	36,2;	92,6	„
Bohrschaufel-Typ	—	—	„			
C	98,0	—				„
D	21,4	114,8				„

Bohrer Nr. 1. Umdrehungen: 930, Belastung: 2,3 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

3. Bohrversuch:

A	14,6;	7,8;	15,4	12,0;	9,4;	26,6;	77,2;	118,0 Sek.
B	9,2;	10,0;	16,4;	12,4;	19,7;	61,0,	105,6	„
Bohrschaufel-Typ	60,8	97,8						„
C	—	—						„
D	8,0;	37,0;	112,4					„

4. Bohrversuch:

A	10,4;	17,8;	31,7;	69,6;	82,4;	103,6;	119,2	Sek.
B	7,4;	18,6;	40,0;	82,2				„
Bohrschaufel-Typ	78,4	116,8						„
C	96,4	—						„
D	45,2	106,8						„

Bei diesen Versuchen mit der Bohrergröße Nr. 1 fällt sofort das gute Resultat auf, das der Bohrer A erzielt im Vergleich zu den Versuchen mit der Größe Nr. o. Hier bestätigt sich die Ansicht, daß bei den kleinsten Nummern die Verkürzung die Schneide schwächt

und die Leistung vermindert. Die Erhöhung der Belastung um 1 kg macht sich in der Leistung stark bemerkbar. Die Tabelle zeigt uns deutlich, daß die Bohrer hier wieder auf schlecht verkalkte Zonen getroffen sind. Der Bohrer A verbessert sich im 2. Versuch von 11,8 auf 10,2 Sek. Der Bohrer B geht von 7,4 auf 5,4 Sekunden zurück. Im 3. Versuch verbessert sich der Bohrer A von 15,4 auf 12,0 auf 9,4 Sek., der Bohrer B von 16,4 auf 12,4 Sek. Den andern Bohrern kam diese Zone nicht mehr zu Gute, da sie schon vorher die Zeitgrenze von 2 Minuten überschritten hatten. Im 4. Versuch weist kein Bohrer Verbesserungen bei einer späteren Leistung gegenüber einer früheren auf, d. h. es ist keine schlecht verkalkte Zone getroffen worden.

Bohrer Nr. 2. Umdrehungen: 930, Belastung: 2,3 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	13,7	113,0	Sek.
B	75,8	—	„
Bohrschaufel-Typ	—	—	„
C	50,8	—	„
D	—	—	„

2. Bohrversuch:

A	45,0	94,2	Sek.
B	2,8	96,5	„
Bohrschaufel-Typ	—	—	„
C	—	—	„
D	116,2	—	„

Bohrer Nr. 2. Umdrehungen: 930, Belastung: 2,8 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

3. Bohrversuch:

A	8,3;	9,4;	53,5	Sek.
B	9,4;	40,2;	106,0	„
Bohrschaufel-Typ	51,8	—		„
C	32,8	—		„
D	13,4	108,5		„

4. Bohrversuch:

A	6,2;	6,6;	8,0;	14,0;	46,8;	79,0	Sek.
B	10,8;	11,8;	28,5;	82,0			„
Bohrschaufel-Typ	—	—					„
C	—	—					„
D	66,9	—					„

In dieser Versuchsgruppe erhärtet der Bohrer A seine Spitzenstellung. Auffallend ist die ungleichmäßige Leistung der Bohrer C und D. In dieser Gruppe macht sich keine schlecht verkalkte Stelle im Schmelz bemerkbar. Im Durchschnitt bietet hier der Bohrschaufeltyp die schlechteste Leistung von sämtlichen Fabrikaten.

Bohrer Nr. 3. Umdrehungen: 930, Belastung: 2,8 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	10,1;	44,2;	107,0	Sek.
B	23,9;	4,7;	87,0	„
Bohrschaufel-Typ	—	—		„
C	59,7	—		„
D	59,5	—		„

2. Bohrversuch:

A	21,5;	21,9;	82,4	Sek.
B	45,1;	70,5;	102,5	„
Bohrschaufel-Typ	—	—		„
C	26,4	—		„
D	15,4	—		„

3. Bohrversuch:

A	21,0;	19,5;	81,8	Sek.
B	7,4;	25,7;	71,4	Sek.
Bohrschaufel-Typ	9,1;	89,3;	—	„
C	8,2;	57,0;	57,8	„
D	3,5;	43,7;	66,7	„

4. Bohrversuch:

A	4,4;	4,1;	9,2;	42,0;	27,1;	14,0	Sek.
B	4,6;	8,0;	28,2;	56,2;	50,0		„

Bohrschaufel-Typ	25,5; 8,1	Sek.
C	8,1; 5,0	„
D	7,4; 8,5	„

Dieser Versuch bietet dasselbe Bild wie der vorhergehende. Die Bohrer A und B bleiben nach wie vor an der Spitze der Leistungen, doch erreichen die anderen Fabrikate beim 3. und 4. Versuch ebenfalls eine Steigerung ihrer Leistungen. Bei dem Bohrer A hat sich im 3. Versuch Grat abgestoßen, denn er geht von 21,0 auf 19,5 Sek. zurück, wogegen keinem anderen Bohrer eine Verbesserung gelingt, dann fällt aber seine Leistung spontan ab. Im 4. Versuch dagegen ist eindeutig eine schlecht verkalkte Stelle zu erkennen, da sowohl der Bohrer A als auch der Bohrer B und der Bohrer C sich verbessern.

Hiermit wären die Bohrergrößen, die in praxi als Schmelzbrecher in Frage kommen, erschöpft, denn die Belastungen, die bei den größeren Nummern angewandt werden müssen, können wir beim Bohren am Patienten nicht gebrauchen, ohne diesem die Behandlung zur Qual zu machen. Ich habe jedoch die Versuche noch weiter fortgesetzt, um zu zeigen, wie sich das Leistungsverhältnis der verschiedenen Bohrerfabrikate bei den größeren Nummern gestaltet. Denn diese wollen wir ja zur Dentinbehandlung benutzen und wenn sie in dem härteren Werkstoff, dem Schmelz, gute Leistungen erzielen, dann werden sie erst recht solche in dem weicheren Dentin erreichen.

Bohrer Nr. 4. Umdrehungen: 930, Belastung: 3,8 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	21,0; 82,8	Sek.
B	6,8; 26,8; 79,2	„
Bohrschaufel-Typ	4,8; 15,0; 43,8	„
C	5,2; 28,6; —	„
D	14,2; —	„

2. Bohrversuch:

A	5,0; 8,6; 13,8; 44,4	Sek.

B	12,2;	32,0;	46,8;	96,0		Sek.
Bohrschaufel-Typ	18,6;	23,4;	32,5;	44,7;	97,6	„
C	32,4	—				„
D	14,2	—				„

3. Bohrversuch:

A	26,8;	7,6		Sek.
B	5,8;	46,8;	101,4	„
Bohrschaufel-Typ	16,2;	36,4;	93,2	„
C	7,2	—		„
D	4,6;	28,6;	99,0	„

4. Bohrversuch:

A	6,0;	35,5;	38,7	Sek.
B	7,8;	23,6;	46,5	„
Bohrschaufel-Typ	5,6;	20,0		„
C	8,6;	24,4;	48,4	„
D	8,2;	32,4;	61,2	„

Bei diesen Bohrversuchen fällt sofort die starke Leistungssteigerung und das gute Ergebnis auf, welche der Bohrschaufel-Typ erzielt. Bei diesen größeren Nummern macht sich der größere Winkel in dem die Schneiden der Bohrschaufel zu einander stehen, bemerkbar, d. h. die Spanabfuhr wird begünstigt. Danach müßte also die Bohrschaufel im Dentin, vor allen Dingen bei feuchter Kavität recht gute Leistungen aufweisen, aber hier macht sich dann am Patienten das „Schlagen" des Bohrers unangenehm bemerkbar, sobald nicht in axialer Richtung mit der Bohrschaufel gearbeitet wird. Aber gerade bei der Dentinbearbeitung soll der Bohrer nicht nur „vor Kopf" arbeiten, sondern gleichzeitig als Fräse wirken, um die Kavität zu gestalten. Ich habe an Patienten mit den fünf bei meinen Versuchen angewandten Fabrikaten die Dentinbearbeitung, d. h. die Kavitätenpräparation vorgenommen. Sämtliche Patienten beklagten sich dabei sofort über starkes „Schlagen" sobald ich mit der Bohrschaufel arbeitete.

Bohrer Nr. 5. Umdrehungen: 930, Belastung: 3,8 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	3,4;	14,6	Sek.

B	5,6; 15,0; 32,0; 65,7	Sek.
Bohrschaufel-Typ	7,9; 50,4; 70,0; 61,2; 119,2	„
C	42,4	„
D	62,4	„

2. Bohrversuch:

A	5,5; 7,0; 14,3; 37,8; 33,5; 69,4	Sek.
B	66,7; 6,9; 18,3	„
Bohrschaufel-Typ	28,4; 5,0; 71,2; 71,7; 53,2	„
C	26,1	„
D	10,0; 49,6	„

3. Bohrversuch:

A	6,3; 16,0; 23,8	Sek.
B	10,1; 53,0; 34,4	„
Bohrschaufel-Typ	17,8; 63,1	„
C	40,2	„
D	7,6; 24,4	„

4. Bohrversuch:

A	5,0; 5,4; 8,7; 16,5; 35,0; 35,0; 75,8	Sek.
B	7,0; 17,8; 53,8; 69,1	„
Bohrschaufel-Typ	25,0; 53,1; 70,8; 81,4; 61,2	„
C	72,2	„
D	12,3	„

Bohrer Nr. 6. Umdrehungen: 930, Belastung: 4,3 kg, Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	7,3; 17,0; 18,1; 56,2	Sek.
B	12,4; 48,1; 69,8	„
Bohrschaufel-Typ	38,4	„
C	22,8; 102,7	„
D	25,7	„

2. Bohrversuch:

A	5,7; 7,2; 12,2; 63,2; 83,0	Sek.
B	3,0; 5,7; 32,2; 56,4; 89,5	„
Bohrschaufel-Typ	5,0; 66,5; 78,2	„

C	4,7; 35,0; 89,4	Sek.
D	4,0; 37,8	„

3. Bohrversuch:

A	1,2; 4,4; 3,4; 5,8; 11,2; 30,2	Sek.
B	2,6; 5,6; 8,4; 61,0	„
Bohrschaufel-Typ	6,1; 10,7; 58,2	„
C	5,8; 13,7; 63,7; 66,0	„
D	2,5; 3,2; 5,2; 12,2	„

4. Bohrversuch:

A	4,7; 10,7; 15,8; 37,8; 43,2	Sek.
B	28,2; 47,1; 101,2	„
Bohrschaufel-Typ	32,0; 80,1; 35,0	„
C	39,1; 42,9	„
D	7,2; 14,0	„

Bohrer Nr. 7. Umdrehungen: 930. Belastung: 4,3 kg.
Bohrtiefe: 1 mm.

1. Bohrversuch:

A	6,9; 34,2; 37,8; 103,4	Sek.
B	5,0; 35,7	„
Bohrschaufel-Typ	29,2 ;35,6; 65,0; 117,5	„
C	— —	„
D	48,8	„

2. Bohrversuch.

A	4,2; 5,6; 20,2; 95,3	Sek.
B	— —	„
Bohrschaufel-Typ	12,2; 7,2; 55,6; 99,5	„
C	40,0; 97,0	„
D	13,4; 22,6; 30,5; 113,7	„

3. Bohrversuch.

A	2,2; 7,4; 36,8; 11,0; 88,0	Sek.
B	6,8; 12,4; 47,2; 56,8	„
Bohrschaufel-Typ	4,5; 22,0; 18,5; 29,4	„
C	25,5	„
D	7,8; 19,7; 60,8; 33,0	„

4. Bohrversuch:

A	5,4; 7,0; 47,4	Sek.
B	18,0; 36,8	„
Bohrschaufel-Typ	3,8; 4,4; 55,4; 98,8	„
C	44,0	„
D	6,2; 8,2; 90,0	„

Diese Tabellen erhärten die Richtigkeit dessen, was bereits die Versuche mit der Bohrgröße Nr. 4 zeigen. Die Bohrschaufel erreicht mit zunehmender Größe bessere Leistungen, d. h. die bessere Spanabfuhr wirkt sich vorteilhaft aus. Je größer der Bohrer wird, umso größer wird der Winkel der Schneiden zueinander und um so besser erfolgt die Sparabfuhr. Dadurch verschmutzt der Bohrer weniger schnell, was eine Erhöhung der Leistung bedingt.

Hierauf führe ich auch zurück, daß die Bohrschaufel im Testmaterial Amalgam, Elfenbein und Messing ihre Prüfung bestanden hat. So schreibt Prof. Dr. Balters: „Ich habe beim Gebrauch herausgefunden, daß sie (die Bohrschaufel) sich beim Herausbohren von Metallstiften von Stiftzähnen besonders eignete und gutes leistete, wenn stets zwei Größen miteinander gewechselt wurden, um den tiefsten Punkt in der Mitte des Bohrgutes nicht zu verlieren. Hier bedeutet die Verwendung der Bohrschaufel wirklich eine Zeitersparnis."

Bei mehreren Versuchen habe ich von jedem Bohrerfabrikat 32 Stück verwandt. Dabei haben diese folgende Anzahl von Bohrungen erzielt ohne die Zeit von 2 Minuten zu überschreiten:

32 Bohrer A	117	Bohrungen
32 Bohrer B	99	„
32 Bohrschaufel-Typ	67	„
32 Bohrer	37	„
32 Bohrer D	57	„

Danach machen die einzelnen Bohrer folgende Anzahl an Bohrungen im Durchschnitt, bevor sie stumpf, d. h. in einer von 2 Minuten nicht mehr fähig sind, 1 mm in den Schmelz einzudringen.

Bohrer A	3,636	Bohrungen
Bohrer B	3,093	„
Bohrschaufel-Typ	2,093	„

Bohrer C	1,156 Bohrungen
Bohrer D	1,781 „

Interessieren wird uns noch, welche Zeit die einzelnen Bohrer für die Gesamtzahl ihrer Bohrungen gebrauchten. Danach brauchten:

32 Bohrer A	für	117 Bohrungen	3808,1 Sek.
32 Bohrer B	für	99 Bohrungen	3889,3 Sek.
32 Bohrschaufel-Typ	für	67 Bohrungen	3093,4 Sek.
32 Bohrer C	für	37 Bohrungen	1528,2 Sek.
Bohrer D	für	57 Bohrungen	2290,1 Sek.

Daraus ergeben sich im Durchschnitt für eine Bohrung bei den verschiedenen Fabrikaten folgende Seiten:

Bohrer A	32,5 Sekunden
Bohrer B	39,2 „
Bohrschaufel-Typ	46,2 „
Bohrer C	41,3 „
Bohrer D	40,1 „

Wie groß die Differenz der Leistung der verschiedenen Bohrer ohne Berücksichtigung der Zeit in Prozenten ausgedrückt ist, zeigt uns die folgende Tabelle: Dabei habe ich die Leistung des Bohrers A mit 3,636 Bohrungen pro Bohrer als 100%ig eingesetzt und die anderen Fabrikate hierauf bezogen.

Danach leisten:

Bohrer B	85 %
Bohrschaufel-Typ	58 %
Bohrer C	32 %
Bohrer D	49 %

von der Arbeit des Bohrers A. Wenn wir in der gleichen Weise mit der Zeit verfahren, dann haben die anderen vier Bohrer die nachstehend angegebenen Werte als Mehrverbrauch an Zeit:

Bohrer B	17 %
Bohrschaufel-Typ	30 %
Bohrer C	21 %
Bohrer D	19 %

Nun dürfte es noch von Wichtigkeit sein, zu erfahren, wieviel Versager jede Bohrergruppe aufwies, d. h. wieviel Bohrer von den 32 gebrauchten jeder Sorte keine einzige Leistung innerhalb von 2

Minuten zustande brachte. Darüber soll uns die untenstehende Tabelle Aufklärung geben:

Bohrer A	2 =	6,3 %
Bohrer B	1 =	3,1 %
Bohrschaufel-Typ	9 =	28,2 %
Bohrer C	9 =	28,2 %
Bohrer D	4 =	12,5 %

Die angeführten Tabellen haben nun Aufschluß über die Arbeit und die Güte der einzelnen Bohrerfabrikate gegeben. Zusammenfassend kann man feststellen:

1. Die Bohrschaufel hat eine generelle Überlegenheit den anderen Bohrerfabrikaten gegenüber nicht bewiesen, sondern ihre Leistungen nehmen eine Mittelstellung zwischen den fünf angewandten Bohrertypen ein.

2. Bei den größeren Nummern werden ihre Leistungen wesentlich besser auf Grund ihrer günstigen Spanabfuhr. Dabei müßte sie, weil sie im harten Schmelz gute Leistungen erzielt im weicheren Dentin noch besser abschneiden. Nachteilig wirkt sich aber hier das „Schlagen" der größeren Nummern aus, vor allen Dingen, wenn nicht in axialer Richtung bearbeitet wird.

3. Nachteilig hat sich bei den Versuchen bemerkbar gemacht, daß die Bohrschaufel bei höherer Belastung leicht bricht, weil m. E. der Hals zu dünn ist.

4. Die kleinen Nummern der Bohrschaufel haben ihrer Aufgabe als Schmelzbrecher, wie wir sie für die Praxis benötigen, nicht erfüllt.

Die Versuche haben ergeben, daß der Bohrschaufel-Typ Neuerungen in sich birgt, an denen wir nicht achtlos vorübergehen dürfen. Die Vorteile zu vervollkommnen und die Fehler zu beseitigen, muß die Aufgabe des Herstellers sein. Dem Nachteil des zu dünnen Halses der Bohrschaufel ist leicht abzuhelfen. Schwieriger ist es schon, das „Schlagen" derselben abzustellen, welches durch die Anordnung der Schneiden bedingt ist, da die Bohrschaufel von einer Schneide in S-Form auch über die Seiten des Bohrers hinaus überragt wird. Solange sie nun axial arbeitet und der mittlere Teil der Schneide dem Bohrgut aufliegt, wirkt sich dies günstig aus. Soll die Bohr-

schaufel nun quer zur Achsenrichtung angreifen, so wirkt es sich nachteilig aus, da dann nur immer die hervorragende Schneide einer Seite angehört und die Achse eine Verlagerung erfährt, ehe die Schneide der Gegenseite das Bohrgut erreicht. Je größer nun die Bohrnummern gewählt werden, umso unangenehmer wirkt sich die Tatsache aus. Dieser Nachteil müßte durch eine veränderte Anordnung der Schneiden behoben werden. Weiter möchte ich darauf hinweisen, daß eine Unterbrechung der Schneide der Bohrschaufel sich vorteilhaft auswirken würde, weil unbedingt sich dadurch eine Temperaturverminderung während des Bohrvorganges ergeben würde. Es würde m. E. sich ohne Zweifel lohnen, wenn mit der Bohrschaufel in dieser Richtung Versuche angestellt würden.

Zum Schluß möchte ich noch erwähnen, daß es sich bei den von mir benutzten Bohrern nicht um besonders hergestellte der einen oder anderen Firma handelt, sondern daß sämtliche Bohrer der serienmäßigen Produktion entnommen wurden.

Am Ende meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Balters für die freundliche Überlassung des Themas sowie für seine Unterstützung bei der Ausarbeitung desselben meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen. Desgleichen danke ich Herrn Direktor R. Funke im Jota-Werk in Düsseldorf, der mir freundlicherweise den Prüfstand zur Verfügung stellte und mir mit seinem Rate zur Seite stand.

SCHRIFTENNACHWEIS.

Balters, W.: Psychotechnik .Aus Misch: „Die Fortschritte der Zahnheilkunde", Band 8, 1932.

— „Schleifstein, Bohrer, Fräse, Schmelz und Dentin". Zahnärztliche Mitteilungen Nr. 7 u. 8 1938.

Ernst, Albert: „Alte und neue Arten von Bohrern für zahnärztliche Zwecke."

Funke, R.: Studie über Zahnbohrer, Verlag der Trey-Gesellschaft m.b.H.

— Schmerzloses Bohren, Verlag der Firma Jota-Werke Gebr. Funke, A.G., Düsseldorf.

— Der Werdegang des „Solila-Bohrers", Verlag der Firma Jota-Werke, Gebr. Funke, A.G., Düsseldorf.

Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde. Verlag J. F. Bergmann, München.

Salzmann, W.: „Über den Wirkungsgrad der Rundbohrer auf Zahnschmelz unter Berücksichtigung von Druck und Tourenzahl der Bohrmaschine". Vierteljahresschrift der Zahnheilkunde 1931, Heft 1.

— „Wir bohren falsch." Zahnärztliche Rundschau v. 2. Okt. 1932.

Schlüter, J.: Über die Entwicklung der Bohrer für zahnärztliche Zwecke.

Seyppel, H.: „Untersuchungen über den Einfluß von Tourenzahl und Druck auf die Arbeitsleistung spanabhebender zahnärztlicher Werkzeuge.

LEBENSLAUF.

Ich, Karl Schiffer, wurde am 31. 12. 1912 als Sohn des Bahnhofsvorstehers Rudolf Schiffer in Grevenbroich geboren. Ich besuchte die Realgymnasien in Uerdingen a. Rh. und Krefeld, wo ich Ostern 1933 die Reifeprüfung bestand. Während des Sommersemesters 1933 studierte ich in Köln. Von dort ging ich im Wintersemester 1933/34 nach Bonn, wo ich im April 1935 das Physikum und im November 1936 das Staatsexamen bestand. Gleichzeitig erhielt ich die Bestallung als Zahnarzt.